

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**PROBLEMATIKA ELEKTRÁRENSKÉHO A
TEPLÁRENSKÉHO ODPADU, JEHO SVOZ
A EKOLOGICKÉ ULOŽENÍ**

**Problems of electrical and thermal waste, its cartage
and ecological storage**

bakalářská práce

Autor:

Jiří Lacina

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Vlastimil Hudeček, CSc.

Most 2010

Prohlášení

- ***Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.***
- ***Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo***
- ***Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TU) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3)***
- ***Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB–TU k prezentačnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěné v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TU***
- ***Bylo sjednáno, že s VŠB-TU, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst.4 autorského zákona***
- ***Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TU, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TU na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)***

V Mostě dne 15. 3. 2010

Jiří Lacina

ANOTACE

Ve své bakalářské práci se zabývám svozem a ekologickým uložením odpadu, který vzniká spalováním hnědého uhlí v elektrárně Počerady, na závodě energetika Chemopetrol Litvínov a teplárně Komořany u Mostu. Je zde uvedena charakteristika aditivovaného granulátu do výsypek povrchových dolů, způsoby možné přepravy na úložiště a technologie ukládání na povrchovém dolu Jan Šverma. Zabývám se především svozem tohoto odpadu, aby byl při jeho vysoké produkci co nejefektivnější a nejlevnější. Ve své práci popisuji také další možné využití aglomerátu jako jedné ze základních surovin pro aplikaci ve stavebnictví a jiné činnosti. Jsou zde uvedeny zákony a vyhlášky týkající se dané problematiky. V závěru bakalářské práce jsou shrnuty poznatky z technologie Czech Coal services a.s. Tento postup využití aditovaného granulátu se velmi osvědčil a bude se pravděpodobně používat až do ukončení těžby hnědého uhlí v oblasti Mostecka.

Klíčová slova: spalování hnědého uhlí, aditivovaný granulát, svoz, ekologické uložení odpadu, výsypky povrchových dolů

SUMMARY

In my bachelor's work I am engaged to transport and ecological waste storage, which happens by burning brown coal in the power station Počerady, in energy plant Chemopetrol Litvínov and district-heating plant Komořany near Most. Hereby is given the characteristic of additive granulate for pouring pipe of the surface mine, probabilities of possible transport to a storage and technologies of storage in the surface mines Jan Šverma. I especially engage in transport of this waste to be the most effective and cheapest while high production. In my work I also describe a possible use of agglomerate as one of the basic raw material in building and other activities. Hereby are given the laws and regulations concerning this problem. At the finish of my bachelor's work is recapped the knowledge of technology of Czech Coal services a.s. This method of using additive granulate has been very effective and probably will be used up to the end of mining brown coal in the Most region.

Keywords: burning brown coal, additive granulate, transport, ecological waste storage, surface mines

OBSAH

Úvod.....	1
1 Výroba aglomerátu.....	3
1. 1 Vznik popílku.....	3
1. 2 Výroba granulátu.....	5
1. 3 Prohlášení o shodě.....	8
2 Způsoby dopravy aglomerátu.....	9
2. 1 Automobilová doprava.....	9
2. 2 Doprava pásovými dopravníky.....	10
2. 3 Kolejová doprava.....	16
3 Možnosti ukládání.....	27
3. 1 Ukládání na DJŠ.....	27
3. 2 Další možné využití.....	28
3. 3 Ostatní využití.....	29
4 Ekonomické zhodnocení.....	31
Závěr.....	33

SEZNAM POUŽITÝCH POJMŮ A ZKRATEK

Pojmy

Fluidní spalování – je založeno na principu turbulentního proudění pevných částic ve spalovací komoře. Základ tvoří tzv. fluidní vrstva, tvořená směsí inertního materiálu (písek, popel), sorbentu (vápenec) a pevného paliva

Aglomerát – materiál vzniklý technologickou úpravou popelů z fluidního spalování v průmyslových mísičích za přidávání stanoveného objemu vody. Obsah vápna 1%

Stabilizát – aglomerát s větším obsahem vápna. Podle množství vápna se rozlišují stabilizáty pro různé využití. Stabilizát pro komunikace a zpevněné plochy musí mít minimální obsah vápna 2%, pro rekultivace 1%

Deponát – aglomerát bez obsahu vápna

Certifikát – výrobek nebo činnosti související s jeho výrobou, popřípadě s jeho opakovaným použitím jsou v souladu s technickými požadavky v certifikátu uvedenými. Obsahuje deklaraci použití výrobku, podmínky platnosti a použití certifikátu

Certifikovaný VEP – výrobek pro průmysl stavebních hmot, pro výstavbu komunikací, pro ukládání do důlních prostor, pro úpravu reliéfu krajiny rekultivací, apod., pro který je vydán certifikát podle zákona č. 22/1999 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů a Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky

Báňská výsypka (výsypka) – zemní stavba, vytvořená ukládáním nadložních, příp. podložních zemin, výklizu a nebilančních zásob užitkového nerostu

Vnitřní výsypka – zemní stavba situovaná do vytěženého prostoru po užitkovém nerostu

Výsypkový stupeň (etáž) – část výsypky, vytvářená zakládáním skryvkových zemin z jedné pracovní plošiny hloubkově i výškově, popř. jen jedním způsobem

Stabilita výsypky – schopnost udržet stabilní stav zemní stavby v daných podmínkách. Zjišťuje se vhodnou výpočetní nebo grafickou metodou ve smyslu vyhlášky ČBÚ č. 8/1994 Sb., § 46

ZKRATKY

ČSN	Československá (Česká) státní norma
ČBÚ	Český báňský úřad
FK	Fluidní spalování
VEP	Vedlejší energetické produkty
VÚHU	Výzkumný ústav pro hnědé uhlí

PŘÍLOHY

- č. 1 Prohlášení o shodě č. 12/01/04 – 2004
- č. 2 Certifikát č. 010 – 014263
- č. 3 Mapa trasy Počeradý – výsypka důl Jan Šverma

ÚVOD

Spalováním hnědého uhlí v elektrárnách a teplárnách [12] vzniká polétavý popílek, který působí v ovzduší značné škody. V zemědělství tím, že ucpává průduchy rostlin, čímž snižuje intenzitu asimilace a tím i výnos, snižuje kvalitu plodů, které mají horší chuťové vlastnosti, pomaleji dozrávají a bývají menší. V lesnictví způsobuje odumírání jehličí. Dále nepříznivě působí na zdravotní stav lidí. Částice popílku jednak svým mechanickým účinkem poškozují dýchací ústrojí a způsobují silikózu, chronickou bronchitis atd., jednak se na ně absorbují karcinogeny, které by bez absorpce na pevný nosič byly neškodné, takto však při vdechnutí zůstávají v plicích po dlouhou dobu. Z těchto důvodů se snažíme co největší množství popílku zachytit.

Stále účinnější zachytávání popílku však přináší problém kam s ním. Problém likvidace miliónů tun velmi jemných popílků je problémem moderní doby, kdy je uhlí kvůli větší účinnosti spalováno v mletém stavu. Kolem elektráren se tedy tvoří stále rostoucí haldy popílku. Pokud se popílek ukládá tím způsobem, že je naplavován vodou, pak se místo jeho ukládání nazývá složiště nebo odkaliště popílku, pokud je ukládán ve zvlhčeném stavu bez použití splavování, nazývá se místo skládkou popílku. Při stále se zvyšující produkci jsou však úložiště a skládky kapacitně nevyhovující a je třeba se zaměřit na další možné využití produktu a s tím související jeho svoz.

Původní spalování kusového uhlí, kdy produktem spalování byla škvára, je nahrazeno fluidním spalováním, které představuje moderní a velmi účinný způsob spalování. Je založeno na principu turbulentního proudění pevných částic ve spalovací komoře. Základ tvoří tzv. fluidní vrstva, tvořená směsí inertního materiálu (písek, popel), sorbentu (vápenec) a pevného paliva. Tuhé zbytky po spalování jsou zachycovány v odlučovačích. Ze surového popílku je na míchacím zařízení produkován aglomerát, který je po certifikaci využíván do výsypek povrchových dolů.

Považuji za vhodné hned v úvodu práce podotknout, že z hlediska ukládaného materiálu se nejedná o odpad ve smyslu zákona č. 238/1999 Sb. a dalších souvisejících předpisů. Elektrárenský a teplárenský odpad v neupravené formě je dle vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb., katalog odpadů ve skupině 10 zařazen do kategorie „0“ (ostatní odpad) a splňuje podmínky stanovené vyhláškou č. 294/2005 Sb. [13], o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. Rozumí se tím, že se jedná o inertní odpad, který nemá nebezpečné vlastnosti a u něhož za normálních klimatických podmínek nedochází k žádné významné fyzikální, chemické nebo biologické přeměně. Inertní odpad nehoří ani jinak fyzikálně či chemicky nereaguje, ve vodě se snadno nerozpouští, nepodléhá biologickému ani chemickému rozkladu ani nezpůsobuje rozklad jiných látek, s nimiž přichází do styku, způsobem, který by mohl vést k poškození

životního prostředí či k ohrožení lidského zdraví. Koncentrace škodlivin ve výluhu a v sušině tohoto odpadu nesmí překročit žádný z ukazatelů, stanovených pro skládky skupiny S-inertní odpad. Směsné odpady se nepovažují za odpad inertní.

V minulosti [14] se téměř veškerá produkce popílku a strusky v ČR (dále popele) ukládala ve formě hydrosměsi na odkalištích tzv. plavením. Jen velmi malá část produkce popele se ukládala suchým způsobem nebo byla využívána. Produkty odsíření ani produkty spalování ve fluidních kotlích se v ČR nevyskytovaly.

Princip plavení popele ve formě hydrosměsi je následující:

Veškerý popel z kotle se shromažďuje v tzv. bagrovací jímce, kam se od kotle splavuje vodou splavovacími žlaby. Z bagrovací jímky se směs popele a vody čerpá potrubím na odkaliště, potrubí je obvykle chráněno proti otěru vyložení čedičem. Hydrosměs se vypouští do prostoru odkaliště, kde dochází k usazování tuhých částic. Čistá voda z povrchu se přepadovým systémem odebírá a čerpá zpět do splavovacích žlabů a bagrovací jímky nebo se vypouští do vodního toku s dostatečným průtokem, aby nedocházelo k jeho znečištění.

Po vyplavení jedné etáže ("patra") se na obvodu odkaliště vybuduje tzv. zvyšovací hráz, čímž se vytvoří nový bazén ve vyšší patře. Hráze odkaliště jsou vybaveny drenážním systémem zabraňujícím průsakům vody z prostoru odkaliště do okolí.

Bylo prokázáno, že přeplavení popele mění jeho chemické vlastnosti. Při kontaktu vody s povrchem zrn popílku dojde k chemické reakci, při které vznikají na povrchu zrn (stejně jako např. při tuhnutí cementu) nové chemické látky, do jejichž krystalické mřížky se při tom vážou i těžké a toxické kovy absorbované na povrchu zrn. Tím se sníží schopnost jejich dalšího uvolňování do životního prostředí.

Přestože plavení popílku do odkališť není v rozporu se současnými předpisy, má tento způsob zneškodňování své nevýhody, z nichž je důležité se zmínit zejména o následujících:

- Po dobu plavení nelze rekultivovat ani část povrchu odkaliště, zůstávají obnaženy velké plochy bez užitku, posilkové pláže na okrajích odkaliště jsou zdrojem prachu, odkaliště představuje dlouhodobý velký zásah do krajiny.
- Pro cyklus výstavby zvyšovacích hrází a plavení jsou třeba k dispozici 2 plochy, z nichž do jedné se vždy plaví a na druhé se budují zvyšovací hráze.
- Čerpání velkého množství dopravní vody, jedním nebo častěji oběma směry, je neekonomické.
- Některé druhy odpadů z energetiky - (stabilizáty, popel z FK a produkty polosuché metody odsíření) nelze takto dopravovat vůbec, neboť se v dopravních cestách nalepují, tuhnou a ucpávají je.

- Plavení velmi omezuje možnosti pro využívání popele. Z těchto a dalších důvodů se v současné době od klasického plavení upouští a přechází se na suché způsoby odběru, dopravy a ukládání odpadů z energetiky.

1 VÝROBA AGLOMERÁTU

1. Vznik popílku
2. Technologie výroby aglomerátu
3. Prohlášení o shodě

1.1 Vznik popílku

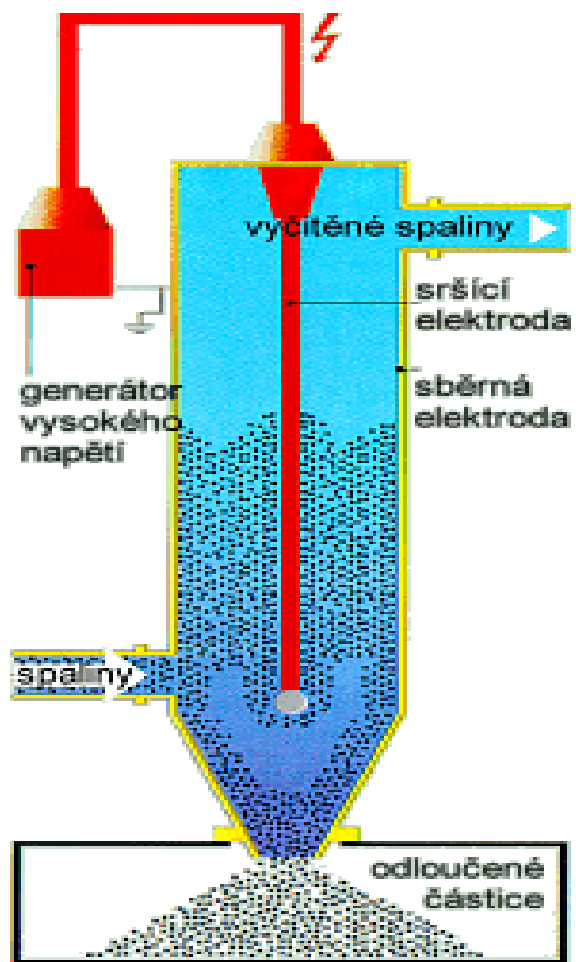
Elektrárenský a teplárenský popílek vzniká při spalování uhlí. Jedná se o nespalitelné anorganické příměsi, které byly buďto součástí rostlin, nebo byly do uhlí splaveny podzemní vodou. Čím je uhlí méně kvalitní, tím více těchto nespalitelných příměsí (popelovin) obsahuje. Naše hnědé uhlí, které se v tepelných elektrárnách a teplárnách používá nejvíc má obsah popelovin 20-25%.

Popílek se skládá z velmi jemných částic, snadno roznášených větrem, se strukturou písčitého prachu. Nejvíce částic bývá v rozmezí 0,01-0,2 mm. Velikostní složení záleží na kvalitě spalovaného uhlí, na jemnosti namletí (pokud je uhlí jemněji namleté, má jemnější nespalitelné zbytky) i na způsobu odlučování popílku z kouřových plynů. Nejrozšířenější jsou elektrostatické odlučovače (obr. 1), které mají účinnost 99% a dokáží zachytit i nejjemnější frakci. Dále existují odlučovače mechanické (suché, mokré), jejich účinnost je 60-80% [12].

Princip elektrostatického odlučovače (obr. 2) tuhých látek ze spalin spočívá v tom, že popílek obsažený v nevyčištěných spalinách je působením silného elektrického pole elektricky nabit a zachycen na sběrných elektrodách, z kterých je již mechanicky odstraňován do zásobníků. Do proudu spalin proudících odlučovačem jsou vloženy dva typy elektrod tzv. sršící (nebo vybíjecí) elektrody, napojené na záporný pól vysokonapěťového zdroje stejnosměrného proudu a sběrné elektrody, napojené na kladný pól (uzemněný). Elektrický proud o vysokém napětí, zavedený na sršící elektrody, vytváří silné elektrostatické pole mezi sršícími a sběrnými elektrodami. Vzhledem ke tvaru sršících elektrod a jejich vysokému napětí vytváří se na povrchu elektrody tzv. korona (modrofialový výboj), produkující velké množství záporných iontů, pohybujících se ke kladně nabitým sběrným elektrodám. Vlivem korony, záporných iontů a silného elektrického pole jsou tuhé částice ve spalinách nabity záporným nábojem a přitaženy ke sběrným elektrodám, na kterých se zachycují. Po průchodu spalin filtrem obsahují spaliny méně než 100 mg tuhých látek na 1 m³ [14].



obr. 1 pohled na elektrostatické odlučovače elektrárny



obr. 2 princip elektrostatického odlučovače

1.2 Technologie výroby aglomerátu

Materiály, které jsou v průběhu technologického procesu zachycovány a shromažďovány, nejsou vždy využity nebo uloženy na složiště v té formě, ve které vznikly, ale bývají přepracovány, aby se zlepšily jejich vlastnosti a aby se omezil nebo eliminoval jejich možný vliv na životní prostředí. Komplexním přechodem na suché odběry popílku splňuje výrobce základní předpoklad pro ekologický způsob uložení nevyužitého odpadu.

Suché odběry popílku - popílek, který se shromažďuje ve výsypkách [1] elektroodlučovačů, se přes turniketové podavače dávkuje do fluidních žlabů, které dopravují popílek z několika výsypek do systému pneumatické dopravy. Ta může být kontinuální nebo častěji diskontinuální s použitím tzv. komorových podavačů. Tak se popílek dopraví do mezizásobníku popílku, ze kterého již lze odebírat popílek k využití. Uspořádáním fluidních žlabů, pneumatické dopravy a mezizásobníků lze shromažďovat popílek různé velikosti zrn podle potřeb následného způsobu využití. Z mezizásobníku se popílek dávkuje do komorového podavače, odkud se dopravuje do zásobníku sila na popílek. Silo je vybaveno pneumatickým vyprazdňovacím zařízením, čeřením a výstupním filtrem dopravního a čeřicího vzduchu. Zásobník popílku může obecně být ocelový nebo betonový. Při skladování popílku ve velkokapacitních silech záleží velmi na systému vyprazdňování, neboť popílek, ve spodních partiích vystavený vysokým tlakům, má sklon k silnému zhutnění a snížení tekutosti. Nežádoucí hutnění popílku v síle je eliminováno instalací vyprazdňovacího kuželu nade dnem sila, vyprazdňování je zajišťováno systémem pneumatických žlabů na dně sila. Ze sila se popílek systémem podavačů a vážicího podavače dávkuje do mixéru, kde se připravuje stabilizát, deponát nebo **aglomerát**. Do mixéru se přivádí voda; může být přiváděna buď čerstvá technologická voda, nebo některý druh odpadní vody, zvláště odpadní voda z odsíření, která zlepšuje některé vlastnosti stabilizátů. Dále může být do mixéru přiváděna struska a energosádrovec z odsíření nebo produkt polosuché metody odsíření. Mixér sloužící k přípravě stabilizátu, deponátu nebo aglomerátu obecně zajišťuje rovnoměrné provlhčení míchaných složek a homogenizaci vlhké směsi. Jsou užívány dva základní principy míchání:

- míchání v jedno nebo dvojhřídelovém horizontálním mísiči
- míchání v nádrži opatřené míchadlem na vertikální ose.

Elektrárna Počerady vyprodukuje ročně více než 2 miliony tun popelovin (strusky a popílku) [15]. Doposud se celá tato produkce ukládala hydraulickým splavováním do vyuhleného lomu Třískolupy. Od poloviny roku 1997 se však začalo postupně přecházet na suchý odběr popelovin.

V dnešní době se část suchého popílku prodává přímo odběratelům. Většinou se však popeloviny následně zpracovávají na upravený popílek, tzv. aditivovaný granulát (stabilizát). Při výrobě granulátu se používá jako vstupních surovin

certifikovaných stavebních výrobků EPC, tj. popílek, energosádrovec a struska, jejichž kvalita je výrobcem kontrolována v rámci systému řízení výroby. Výroba se provádí na míchacím centru BÜHLER. Výroba upraveného popílku, respektive aditivovaného granulátu, má pro elektrárnu navíc tu výhodu, že do něj umožňuje zpracovat odpadní vody z procesu odsiřování a z chemické úpravy vody. Použité vody pak zůstávají v této hmotě chemicky vázány a neškodí životnímu prostředí. Upravený popílek má charakter inertního materiálu. Je tedy neškodný vůči životnímu prostředí a může být použit k asanaci a rekultivaci vyuhlených dolů. Smyslem vytvoření celého procesu výroby stavebních hmot bylo dosažení takového stavu koloběhu hmot v elektrárně, aby mohla být provozována s téměř bezodpadovou technologií.

Teplárna United energy a.s. Komořany u Mostu vyprodukuje kolem 340 000 tun popelovin a největší část je zpracována na granulát do výsypek povrchových dolů.

Celkový systém hospodaření s tuhými zbytky po spalování je u výrobce – složen ze dvou na sebe navazujících úseků: vnitřního a vnějšího odpopílkování, jehož součástí je i míchací centrum.

Vnitřní odpopílkování – z kotlů jsou odpadající zbytky po spalování (L, C, F) v množství cca 30 t/h/kotel odváděny pneumaticky zpod výsypek šnekového chladiče s těmito parametry:

- maximální výsyp z výsypky šnekového dopravníku (L) 30 až 35% cel. množství
- sypná hmotnost 736 g/l, zrnitost max. 5 mm, teplota max. 190°C
- maximální výsyp z výsypek (C) 60 až 65%
- sypná hmotnost 615 g/l, zrnitost max. 1,0 mm, teplota popílku max. 174°C
- maximální výsyp z výsypek (F) 5%
- sypná hmotnost 342 g/l, zrnitost max. 1,0 mm, teplota popílku max. 174°C

Vnější odpopílkování – tuhé zbytky jsou ukládány do dvou silových zařízení, která jsou odděleně plněna pneumaticky, každé silo je vybaveno zařízením pro odvětrávání upotřebení vzduchu, které sestává z nastavného filtru pro silo a ventilátoru. Ze sil jsou tuhé zbytky odváděny do míchacího centra.

Míchací centrum je vybaveno 2 průběžně plněnými vířivými mísiči fy Mannesmann typ HTK 6100, z nichž první tvoří technologickou rezervu. Plnění mísičů probíhá přes pneumatický kanál, před kterým je tok technologické směsi L + C + F dávkován pneumaticky ovládaným dávkovacím hradítkem. Pro zásobování vodou jednotky hydratace směsi je používána záměsová voda z Nechanické přehrady, filtrovaná přes síta sacích potrubí čerpadel v míchacím centru. Voda s přetlakem v hodnotě cca 2,5 barů je komprimována čerpadlem pro zvyšování tlaku na tlak v hodnotě min. 5 barů, který je potřebný pro mísení výrobku. Dávkování vody je realizováno pneumaticky ovládaným regulačním ventilem. Množství technologické směsi L + C + F je registrováno měřidlem sypného toku fy Schenck, které je umístěno nad mísiči HTK 6100. Množství záměsové vody je registrováno přes indukční průtokoměr. Množství vody a

technologické směsi L + C + F (vstupních komponent) mohou být regulovány. Tok technologické směsi L + C + F je regulován pomocí dávkovacího hradítka v rozsahu 0 až 150 t/h, množství záměsové vody se řídí podle skutečně protékajícího množství technologické směsi a je doregulováno dodatečně přes regulační ventil v rozmezí 30 až 37%. Po ukončení míchání kontinuální technologií v mísičích je výrobek **G** připraven pro odběratele [2].

Závod energetika – výroba T 700 Chemopetrol, a.s., Litvínov produkuje kolem 300 000 tun popelovin, které jsou zpracovávány na Granulát aditivovaný do výsypek povrchových dolů pro zásypy a násypy při zahlazování důlní činnosti [3].

Z technologicky definovaného procesu dávkového míchání směsí produktu z odsíření kouřových spalín (E), pevných produktů po spalování z elektrostatických filtrů (P) a s analyticky ověřenou záměsovou vodou v míchacím centru výrobce je základní hmotnostní poměr vstupních komponent pro výrobu:

- E : P = 1 : 1,2 s dávkováním vody V = 22% hmotnosti

- E : P = 1 : 2 s dávkováním vody V = 21% hmotnosti

- E : P = 1 : 3 s dávkováním vody V = 19% hmotnosti

po ukončení míchání v mísičích je granulát návaznou pásovou technologickou dopravou plněn v násypném místě (obr. 3) do vagónů.



obr. 3 násypné místo granulátu Chemopetrol, a.s., Litvínov – Záluží 1, závod Energetika

1.3 Prohlášení o shodě

Každý výrobce musí na výrobek vydat prohlášení o shodě, v němž prohlásí, že výrobek je za podmínek uvedeného použití bezpečný a splňuje základní požadavky podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb. a vyhlášku SÚJB č. 307/2002 Sb. o požadavcích na zajištění radiační ochrany. Výrobce musí přijmout opatření, kterými zabezpečí shodu výrobku s technickou dokumentací. K posouzení shody se předkládá [4]: certifikát výrobku, stavebně technické osvědčení, protokol o výsledku certifikace výrobku, zpráva o výsledku posouzení systému řízení výroby.

Certifikát výrobku: je vydán Technickým a zkušebním ústavem. Na základě vydaného certifikátu podle ustanovení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobu a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění, a § 5 nařízení vlády č. 163/2002 Sbírky zákonů, je vedlejší energetický produkt (VEP) stavební surovinou pro další zpracování. Vydává se na základě protokolu o výsledku certifikace.

Hodnocení v protokolu o certifikaci aditivovaného granulátu [5]:

- v průběhu certifikace musí být komplexně posouzena shoda kvalitativních parametrů výrobku, zjištěných laboratorními zkouškami, s technickými požadavky jakosti typového výrobku, specifikovanými v technickém předpisu kontroly jakosti výrobku a technologických podmínek výroby
- odborné posudky a protokoly státem akreditovaných laboratoří musí prokázat, že laboratorní testování bylo provedeno v plném rozsahu požadavku přihlašovatele, a to podle konkrétně specifikovaných technických norem
- hodnocení a stanoviska příslušných státních orgánů, posuzujících shodu výrobku s právními předpisy musí dokladovat, že výrobek nepředstavuje při použití riziko poškození zdraví a respektuje ustanovení o vodách a životním prostředí
- báňsko – technologická koncepce využití výrobku při jeho společném zakládání s výsypkovými zeminami do vnitřní výsypky respektuje ustanovení rozhodných vyhlášek ČBÚ
- prověřením u výrobce se zjišťuje, že úroveň technologické vybavenosti míchacího centra a dokladované předpisy pro kontrolu výroby zajišťují dodržování systému kontroly kvality a předpoklady pro trvalé dodržování jakosti certifikovaného výrobku

Certifikovaný VEP [5] je výrobek pro průmysl stavebních hmot, pro výstavbu komunikací, pro ukládání do důlních prostor, pro úpravu reliéfu krajiny rekultivací, apod., pro který je vydán certifikát podle zákona č. 22/1999 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů a nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky.

2 ZPŮSOBY DOPRAVY AGLOMERÁTU

Při již zmíněné velmi vysoké produkci výroby VEP, kdy stávající skládky již kapacitně nemohou vyhovovat a kolem elektráren a tepláren se tvořily stále rostoucí haldy, bylo třeba se zaměřit na možné využití produktu a s tím související jeho svoz. Zvláště pak svážení produktu k jeho dalšímu využití je tíživou otázkou jak pro výrobce, tak odběratele.

Doprava - uvědomělá a cílevědomá činnost vyvíjená ve smyslu účelného přemístění osob popř. věcí z jednoho místa na druhé.

Přeprava - je výsledným efektem dopravy. Tvoří soubor všech činností v oblasti řízení a organizace dopravy včetně zasilatelské činnosti, skladištních výkonů apod.

Dopravní oblast - územní celek, vyznačující se určitou charakteristikou přepravních potřeb a způsob jejich uspokojování uvažovaný zpravidla při dopravním rozboru, dopravních prognózách nebo dopravním plánování (např. průmyslový okrsek, rekreační oblast apod.

1. Automobilová doprava
2. Doprava pásovými dopravníky
3. Kolejová doprava

2.1 Automobilová doprava

Nákladní automobily jsou určeny pro přepravu nákladu. Je pro ně mezinárodní označení vozidla kategorie N [16]. Tato kategorie se dělí podle celkové hmotnosti tak, že se k písmenu přidává index:

1 pro celkovou hmotnost do 3,5 tun

2 pro celkovou hmotnost od 3,5 t do 12 tun

3 pro celkovou hmotnost nad 12 tun

Do této kategorie spadají různé typy sklápěček, valníků a tahačů.

V případě přepravy granulátu by připadala v úvahu přeprava nákladními automobily kategorie N3. Tato přeprava je však možná jen při určitém množství. Při produkci, kterou představuje například elektrárna Počerady, je svoz automobilovou dopravou jen ztěžka proveditelný a při přepravě granulátu do výsypek povrchových dolů není využíván.

Vezmeme-li v úvahu roční produkci 2 000 000 tun aglomerátu jen v elektrárně Počerady, dostáváme se jednoduchým výpočtem na denní produkci zhruba 6 000 tun. Nákladní auto s návěsem (obr. 4) je schopno přepravit 20 tun. Při denní produkci by tudíž bylo zapotřebí provést svoz 300 krát. Vzdálenost elektrárny Počerady od výsypky DJŠ je po komunikaci asi 20 km. Z toho vyplývá, že na svoz aglomerátu na výsypku by bylo zapotřebí 15 nákladních automobilů s přívěsem za hodinu. Tyto soupravy by musely provádět svoz 24 hodin nepřetržitě.



obr. 4 nákladní návěs Man schopný po oplachtování převážet až 20 tun granulátu

Z důvodu velké produkce aglomerátu a tím nerealizovatelnosti s hlediska kapacitní přepravy automobilovou dopravou, kdy musíme brát v úvahu i zvýšenou zátěž na životní prostředí, kterou by tato přeprava představovala je tento způsob dopravy aglomerátu do výsypek povrchových dolů zcela vyloučen.

2.2 Doprava pasovými dopravníky

Rozvoj pasové dopravy v druhé polovině dvacátého století měl za následek implementování tohoto druhu dopravy do různých odvětví průmyslu. Pásová doprava se stala velmi vyhledávaným dopravním zařízením. Svou jednoduchou konstrukcí, bezobslužným provozem, velmi malou poruchovostí, hospodárností provozu a především velkou výkonností se uplatňuje všude tam, kde je třeba dopravovat nejen sypké materiály rozmanitých druhů, ale také kusovitý materiál. Své využití nejprve našla při dopravě na krátké vzdálenosti a postupně se začala uplatňovat pro dopravu na dlouhé vzdálenosti. Dnes se můžeme setkat s velmi krátkými dopravníky, jejichž délka se pohybuje okolo 10m, až po dopravníky několik kilometrů dlouhé. Po odbourání handicapu, že pasový dopravník je schopen dopravovat jen v horizontálním směru, maximálně s mírným úklonem, se

již ve speciálních konstrukcích pásové dopravníky začali používat i pro svislou dopravu.

Na přepravu aglomerátu je nejvhodnější **dálková pasová doprava**. Dálková pasová doprava (DPD) se používá při kontinuální přepravě velkého množství různých substrátů, např. skryvky a uhlí na povrchových dolech nebo jiných surovin jako rud, fosfátu apod. zejména na značné vzdálenosti. Tažným i nosným elementem pásových dopravníků je nekonečný pás vedený a poháněný bubny a podpíraný válečky nebo rovinnou plochou. Dopravované množství materiálu se pohybuje od 1 do 40 000 m³/h. Dopravní rychlost pásových dopravníků je až 10 m/s. Dopravní vzdálenost, kterou lze překlenout jedním dopravníkem, může být až 5 000 m. Podle sklonu a tvaru dopravní trasy jsou dopravníky vodorovné, šikmé a lomené. Lomené dopravníky mohou mít oblouky konvexní (vypouklé) nebo konkávní (vyduté), popř. obojí. Pokud se materiál dopravuje pouze jedním směrem, je dopravník jednosměrný, střídá-li se směr dopravy, je dopravník reverzní. K dopravě lze využít i větve vratné. Ložný (příčný) průřez pracovní větve pásu je buď rovný, nebo korýtkový, průřez nezátížené větve je vždy rovný [10].

Hlavní části pasového dopravníku (obr. 5) jsou: kompletní poháněcí stanice včetně pohonných jednotek a náběhových dílů, střední část, kompletní vratná stanice, pryžový dopravní pás, základová část a elektrické příslušenství.

Nosná konstrukce. Jsou na ní uloženy ostatní součásti dopravníku. Zachycuje statické síly od tíhy dopravovaného materiálu, pásu i vlastní konstrukce, dále pak dynamické síly vyvolané podélným a příčným kmitáním pásu, síly vzniklé přiváděním materiálu na pás a síly vzniklé nevyváženými hmotami bubnů a válečků. Nosná ocelová konstrukce je obvykle vyrobena z válcovaných profilů a je ukotvena na betonové základy nebo na jiné konstrukce.

Pohon dopravníků. Pro pohon se obvykle používají elektromotory, které přes spojku s brzdou a převodovku pohánějí hnací buben. Celé hnací ústrojí může být uloženo uvnitř hnacího bubnu, tzv. elektrobuben. Základní parametry elektrobubnů (rozměry, jmenovitý výkon a jmenovitou rychlost) uvádí norma ČSN ISO 1816.

Základní pojmy a vztahy. Výpočet výkonu a tahových sil pro pásové dopravníky je uveden v normě ČSN ISO 5048.

Dopravované množství je:

$$Q_v = 3\,600 \cdot S \cdot v,$$

kde Q_v je dopravované objemové množství (m³/h),

S – plocha průřezu náplně materiálu na pásu (m²),

v – rychlost pásu (m/s).

Bubny. Obvykle jsou svařované konstrukce. Plášť je vytvořen ze svinutého plechu nebo z trubek normalizovaných rozměrů a může být válcový nebo pro lepší vedení soudkovitý.

Pryžový pás. Vyznačuje se velkou podélnou i příčnou pevností, odolností proti průrazům a otěru, ohebností určující průměr bubnů a tvorbu korýtky. Při dobré údržbě a normálním namáhání přesahuje životnost pásů dobu 5 let. Nejčastější poškození je způsobeno průrazy ostrohrannými předměty, opotřebením okrajů a malou životností spojů. Spojování se provádí vulkanizací nebo lepením.

Válečky. Vyrábějí se jako normální hladké, dopadové s pryžovými prstenci a diskové, zejména pro spodní větev dopravníku.

Válečkové stolice. Pro šířky pásu do 650 mm dvouválečkové, pro větší šířky tříválečkové a víceválečkové. Stolice jsou pevné nebo girlandové, upevněné na lanech.



obr. 5 část dálkového pásového dopravníku

I při nesporných výhodách, které pásová dálková doprava představuje a v současnosti je prakticky využívána na všech povrchových dolech, kde vytváří technologické celky, je její využití při přepravě aglomerátu na výsypky povrchových dolů značně problematické. Jedním z hlavních problémů při kontinuální dopravě aglomerátu je při náhlé poruše pásového dopravníku nemožnost náhradní přepravy, čímž by vznikaly obrovské ztráty jak finanční, tak technologické. Další, a to nemalý problém vyvstává již na samém počátku výstavby dálkového pásového dopravníku. Výrobce ani odběratel nejsou v přímém sousedství a mezi nimi se nacházejí pozemky cizích vlastníků. Jednání s těmito vlastníky bývají nezřídka zdlouhavé a jejich požadavky jsou mnohdy neakceptovatelné. Při již tak nákladném procesu na pořízení dálkové pasové dopravy se tak musejí přičíst i náklady na výkup pozemků, které mnohdy bývají nad akceptovatelnou mez.

Při svozu aglomerátu z elektrárny Počerady, kde je převoz prováděn kolejovou dopravou, vzniká studie, při níž by bylo možné využít kolejové trasy. Tato studie se zabývá umístěním trubkového dálkového dopravníku, nad stávající kolejiště vlečky. Při realizaci trubkového pasové dopravníku na konstrukci nad stávající

koleje, by bylo možno využít vlečky jako rezervní kapacity pro řešení náhradní dopravy při poruchách a výlukách dopravníku (obr. 6).



obr. 6 trubkový pasový dopravník s konstrukcí umožňující provoz nad kolejovým svrškem

Trubkový pasový dopravník:

Tento typ dopravníku pracuje na principu uzavření pasu do tvaru trubice naplněné dopravovaným materiálem. Toto uspořádání má proti klasickému výhody:

- podstatným způsobem omezuje možnost úniku jemnějších frakcí a tím vyhovuje přísnějším požadavkům vlivu na životní prostředí při použití jednoduchého způsobu zastřešení bez potřeby složitého systému odsávání a kapotáže v celé délce pasu
- chrání dopravovaný materiál před vlivem vnějšího prostředí (vzdušná vlhkost, déšť, sníh)
- odstraňuje jev obvyklý u běžných pásových dopravníků – znečištění prostoru pod dopravníkem opady ze spodní větve dopravního pasu. Vytvořením trubice se strana znečištěná nálepky a usazeninami uzavře dovnitř a tím dojde k zamezení jejich opadu

Kruhový tvar svinutého pásu umožňuje vytvářet konstrukce dráhy různých tvarů včetně oblouků současně do všech os, značně rozšiřující možnosti dispozičního řešení. Dopravník je vhodný ke konstrukci členitých dopravních cest, obcházejících terénní překážky (budovy, cesty, žel. tratě, vodní nádrže apod.), které by musely být řešeny několika klasickými rovnými dopravníky, dopravě

materiálů jemných a kusových frakcí, nebo s přítomností prachových složek. Kruhový dopravní profil pasu lze na trase rozvinout a opětovně uzavřít. To umožňuje použití několika míst násypu materiálu pro postupné doplňování nebo používání alternativních vstupních větví dopravních cest [17].

Dopravník je vyráběn ve 2 základních provedeních:

Provedení kompaktní (obr. 7)

S umístěním dopravníku uvnitř samonosné ocelové konstrukce na ocelových sloupech s obslužnou lávkou. Vhodné pro venkovní prostředí, propojení budov, dálkové trasy mezi provozy.



obr. 7 kompaktní provedení s dopravníkem uvnitř samonosné ocelové konstrukce

Provedení vestavné (obr. 8)

Klasické uspořádání s umístěním stolic na lafetě zakotvené na podlaze budov, nebo nosných lávek. Vhodné v případě, kdy lze využít stávajících nosných konstrukcí, pro vnitřní prostory budov, provozů, nebo rekonstrukcí - náhradě klasických typů dopravníků.



obr. 8 provedení vestavěné s umístěním stolic na lafetě

Technické parametry:

Max. teplota dopravovaného materiálu	+ 150 °C
Max. velikost zrna dopravovaného materiálu	do 150 mm
Rozsah délek dopravníku	dle požadavku
Dopravní průřez	130 až 500 mm
Sklon dopravníku	0 až 16°

I zde se však setkáváme se spoustou nevyřešených otázek při nakládce a předávání granulátu na trubkový dopravník přes dálkový pasový dopravník (přímý odběr, nebo odběr ze sila) a předávání granulátu z trubkového dopravníku na dálkový pasový dopravník, nebo na skládku. Předávání uhlí na trubkový dopravník z dálkového dopravníku a předávání uhlí na elektrárnu do stávajícího hlubinného zásobníku, nebo přes rozdělovací stanici na skládku, nebo k přímému zásobení

kotlů. Zanedbatelný není ani problém s hlukem, neboť dopravník by pracoval nepřetržitě a jeho trasa by vedla přes obydlené obce Líšnice a Polerady, což by mohlo vést k velkým problémům při povolovacích řízeních se starosty zmíněných obcí.

2.3 Kolejová doprava

V současné době se svoz aglomerátu z již zmíněné elektrárny Počerady a Chemopetrolu Litvínov zajišťuje kolejovou dopravou - vlečkou. Z teplárny United energy je svoz zajišťován od 1. 1. 2010 automobilovou dopravou.

Vlečkou se rozumí taková dráha pro neveřejnou přepravu, která je napojena na síť Českých drah. Je stejného rozchodu (normálně rozchodné 1 435 mm), takže je možný vzájemný přímý přechod železničních vozidel. Při projektování vlečky se musí dbát všech předpisů a směrnic platných pro projektování, stavbu a provoz tratí ČD. Vlečka má ústít zásadně do staničního zhlaví. Nejmenší poloměr oblouku je 180 m, výjimečně 150 m. Místo odevzdávky vozů má být na vlečce a má mít alespoň dvě koleje, jednu pro vozy přistavované vlečkaři a druhou pro vozy vrácené. Koleje [6] mají mít délku přiměřenou počtu přistavovaných vozů. Provozovatel vlečky si obstarává veškerý provoz na vlečce na svůj náklad svou lokomotivou, svými zaměstnanci a svými mechanizačními prostředky. Není-li provozovatel vybaven potřebnými prostředky, obstarává provoz ČD na jeho náklad. Pro každou vlečku platí služební předpisy ČD. Celá vlečka musí být také udržována podle předpisu a zásad platných pro dráhu. Údržbu provádí provozovatel vlečky. Základní podmínky pro stavbu technických a provozních zařízení drah i pro provoz na drahách stanoví Pravidla technického provozu železnic. Dále se musí dbát příslušných služebních předpisů ČD.

Z elektrárny Počerady je svoz po vlečce zajišťován motorovou trakcí. Svoz na trati 7,5km dlouhé je prováděn motorovou lokomotivou řady 740 a přeprava aglomerátu ve vyčleněných 12 - ti vozových soupravách LH. Takto utvořený celek je vypraven tažený z hradla S7, přes dopravní S8, E2, E1 na nakládací místo na elektrárně Počerady (obr. 9). Po naložení vlak sune od nakládacího místa zpět na hradlo S7, kde loženou soupravu převezme elektrická lokomotiva, která po důlní dráze převáží aglomerát na zakladač k výklopu a zpět.

Z Chemopetrolu Litvínov je svoz aglomerátu zajišťován po vlečce Chemopetrolu spojkou z Komořan na důlní dráhu a k zakladači elektrickou lokomotivou 27 E2 ve vyčleněných soupravách LH.

Důlní dráha je dráha zvláštního určení, která slouží místním potřebám a není zaúčtována do celostátních drah.

Dopravní jsou místa pro řízení sledu vlaku. Patří k nim stanice, výhybny, hradla apod.



obr. 9 násypné místo aglomerátu na 25. koleji v EPOČ pro kolejové vozy LH

Motorová lokomotiva 740 (obr. 10) - je čtyřnápravová motorová lokomotiva řady T448.0 s elektrickým přenosem výkonu je určena pro středně těžkou posunovací a traťovou službu na průmyslových vlečkách o rozchodu 1435 mm a evropských klimatických podmínkách. Lokomotiva je kapotová s postranními ochozy a jednou kabinou strojvedoucího. Pojezd je tvořen dvěma dvounápravovými podvozky standardní koncepce ČKD. Rám podvozku ve tvaru písmene H je svařované konstrukce a jsou k němu pomocí kyvných ramen upevněny dvě dvojkolí s tlapovými stejnosměrnými motory TE 005 s čelním ozubeným převodem 78 : 15. Dvojkolí jsou vypružena dvojicí šroubových pružin a tlumena dvojicí paralelně řazených tlumičů. Hlavní rám je celosvařované konstrukce s hlavními podélníky tvaru I spojenými čelníky s nosnými příčkami. Ve středové části rámu je uložena naftová nádrž a hlavní vzduchojemy. Hlavní rám je na podvozcích uložen prostřednictvím šikmých pryžokovových sloupků, které zajišťují sekundární příčné a svislé vypružení. V kabině strojvedoucího jsou dva diagonálně umístěné ovládací pulty s kontroléry pro ovládání jízdy a pneumatickými brzdíči DAKO BS-2 pro samočinnou brzdu a pro přímočinnou brzdu. Dalšími ovládacími prvky je vybaveno jen hlavní stanoviště ve směru dlouhé kapoty. Dvoje diagonálně umístěné dveře umožňují výstup přímo na ochozy lokomotivy. Kabina je vytápěna odpadním teplem z naftového motoru. Před kabinou v delší kapotě je uložen motorgenerátor, tvořený šestiválcovým řadovým přeplňovaným naftovým motorem K 6 S 230 DR (vrtání 230 mm, zdvih 260 mm), přímo spojeným s trakčním generátorem TD 805. Z přední, volné strany motoru je poháněna mechanická

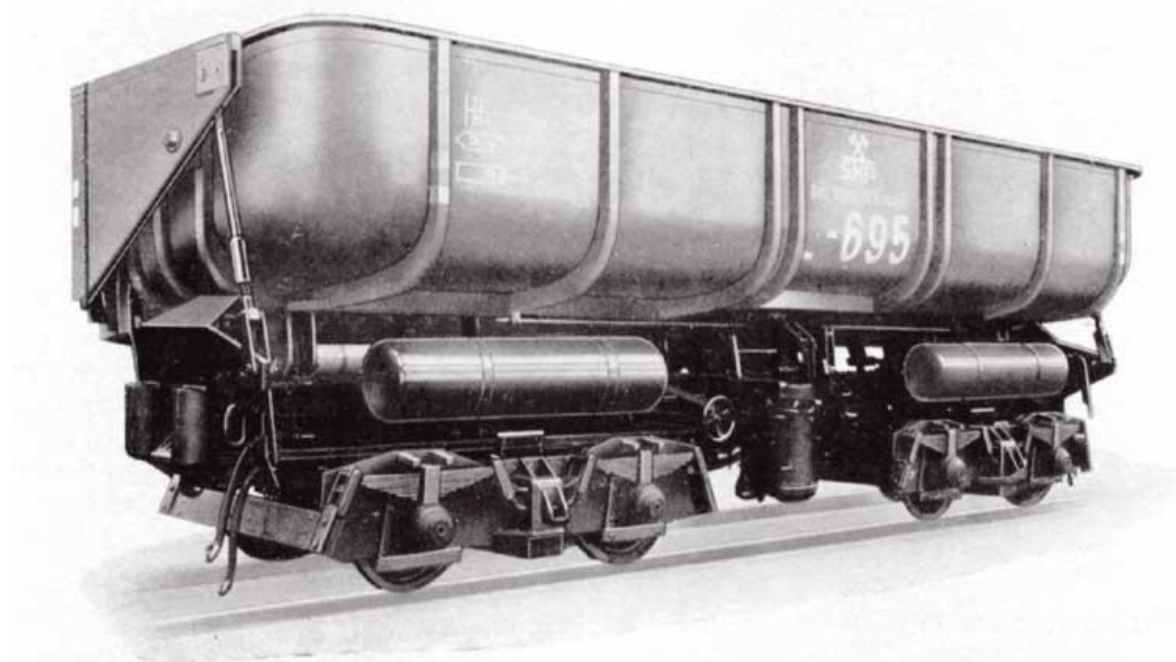
převodovka pomocných pohonů se svislým výstupem pro pohon dvojice ventilátorů o průměru 800 mm, které slouží k odvodu tepla ze systému vodního chlazení naftového motoru. Chlazení vody naftového motoru je rozděleno do dvou samostatných okruhů, každý s deseti třížebrovými články a vlastním ventilátorem.



obr. 10 motorová lokomotiva 740 přepravující aglomerát po vlečce ČD

V přední části kapoty je uložen mechanicky poháněný kompresor K 3 lok 1, chladicí blok a ventilátor chlazení trakčních motorů předního podvozku. Střední kapota motoru je tvořena dvěma šroubovanými bočnicemi a dvoudílnou střechou k bočnicím přišroubovanou. Střecha nad motorem je opatřena víky pro snadný přístup k hlavám motoru. V prostoru před kabinou je uložen ventilátor chlazení trakčních motorů zadního podvozku, budící a nabíjecí dynamo poháněné klínovými řemeny z volné strany generátoru a tlumič výfuku. V kratší zadní kapotě je umístěn elektrický rozvaděč a akumulátorové baterie. Elektrické přístroje, odpojovač baterie, jističe a vypínače jsou přístupné přímo z kabiny strojvedoucího. Ve srovnání s lokomotivami řady 742 pro ČSD mají lokomotivy T448.0 pro průmysl výhodu ve vyšší adhezní hmotnosti a tedy i ve vyšších dosažitelných tažných i brzdných tažných silách, což je při posunu i při dopravě nákladních vlaků důležité. Podobně jako u ČD a u ZSSC řada 742 představuje i řada 740 na vlečkách poměrně solidní a spolehlivé vozidlo [18].

Vůz LHR 40 (obr. 11) – původně konstrukce tohoto typu vozu vznikla u firmy Linke-Hofmann Werke (odtud LH, některé podvozky ještě v osmdesátých letech minulého století byly z válečné produkce LHW), po válce jako svébytný typ byl ve výrobním programu vagónky ve Studénce, odkud putoval na koleje vlečkové dopravy pro potřeby dolů jak na Ostravsku, tak v severních Čechách. V sedmdesátých letech jsou typově obdobné vozy dováženy z Rumunska a pod označením LHR 40 nasazeny v povrchových dolech severních Čech, kde dnes tvoří většinu. Mimo severní Čechy byly k vidění pouze při přepravách do opravy v OOS, s.r.o. Ostrava [19].



obr. 11 kolejový vůz LHR 40 určený k převážení skrývky na povrchových lomech

Technický popis:

Čtyřnápravový jednostranně výklopný vůz LHR40 je určen k dopravě skrývkových hornin, zemin a kameniny. Vůz má od standardních železničních vozů několik zásadních odlišností, které omezují jeho využití - absence standardního táhlového ústrojí, tlaková samočinná brzda se zkrácenou odbrzdňovací dobou a obručová dvojkolí bez vzpěrných kroužků.

Spodek - spodek vozu tvoří skříňový páteřový nosník z válcovaných profilů I 45, pomocných výztuh a pásnic. Na nosník jsou přivařeny konzoly pro vyklápěcí zařízení opěrky skříně vozu, úchyty pro připevnění tahadlového ústrojí a brzdové výstroje. Na čelní desky vozu lze dosadit odnímatelný čelník se standardním tahadlovým a nárazecím ústrojím. Spodek vozu je uložen pomocí kulových toren na dva podvozky. Pojezd tvoří dva dvounápravové podvozky, které jsou sestaveny ze dvou postranic vypálených z plechu, příčníků, čelníků a výztuh. Dvojkolí jsou obručová a mají v železničním provozu raritu - nejsou vybaveny vzpěrným kroužkem, průměr dvojkolí je 850 mm (dvojkolí jsou označena na čelech značkami pro kontrolu posunu obruče a mají omezení v rychlosti - pouze 50 km/h). Ložiskové skříně jsou typu 53V s dvouřadými ložisky se stahovacími pouzdry.

Dvojkolí jsou vypruženy 11 listovými pružnicemi, které jsou zavěšeny v podvozku pomocí oblíků, nápravy jsou mezi sebou provahadlovány litým vahadlem s čepem.

Brzda - brzda DAKO typu BV1m je charakterizována zkrácenou odbrzdovací dobou. Stavěč zdrží je typu SZ6. Na čele vozu jsou spojkové kohouty AKH s brzdovými hadicemi. Při vystrojení vozu odnímatelným čelníkem s plošinou, je možné vůz vystrojit ruční brzdou případně záchranným kohoutem tlakové brzdy.

Skříň vozu - skříň vozu tvoří ocelová výklopná skříň s vnitřními rozměry 9200x2800x1600 mm o objemu asi 40 metrů krychlových. Rám skříně je svařen z válcovaných a lisovaných ocelových profilů. Plechová výplň je z plechu síly 6 mm. Podlaha je v základní poloze se sklonem 6 stupňů ve směru vyklápění. Skříň je uložena na vyklápěcích ložiscích s dorazy. Při vyklápění svírá podlaha skříně s vodorovnou rovinou úhel 50 stupňů. Vyklápěcí klapka délky 9630 mm je svařenec válcovaných a lisovaných profilů s výplní z vnitřní strany plechem síly 6 mm. Z vnější strany je obložena plechem síly 4 mm. Klapka je skříní připevněna čepy a při vyklápění (obr. 12) je její poloha zajištěna pomocí stavitelných táhel.



obr. 12 vůz ve výklopné poloze

Táhlové a narážecí ústrojí - táhlové ústrojí je neprůběžné vypružené pomocí pryžokovových pružin, které přenášejí tahové i tlakové síly na vůz. Vlastní spojovací ústrojí je tvořeno tuhou spojkou ukotvenou ve vidlici spojovacími čepy, které jsou ovládány ruční pákou umístěnou u čela vozu na opačné straně, než se vůz vyklápí. Vlastnosti tohoto spojení vozů omezují délku soupravy na 4x6 vozů, rovněž v kombinaci s brzdou neumožňují kombinování s jinými železničními vozy v jednom vlaku.

Vyklápěcí zařízení - vyklápění skříně vozu se uskutečňuje systémem pák na ovládacím hřídeli, jehož pootáčení zajišťuje vyklápěcí vzduchový válec o vnitřním průměru 460 mm a zdvihu 685 mm s rozvodovým šoupátkem a dvěma vzduchojemy po 420 litrech. Přívod vzduchu je samostatným vzduchovým potrubím označeným na spojkových kohoutech a hlavicích žlutou barvou. Vyklápěcí zařízení je proti samovolnému vyklopení jištěno západkou. Vyklopená skříň vozu přesahuje dovolený průjezdný profil, s vozem je v této poloze zakázán jakýkoliv pohyb. Při jízdě vozu musí být napájecí potrubí a vzduchojemy bez tlaku.

Elektrická odklizová lokomotiva 27 E2 - je kapotová, třídílná lokomotiva. Hlavní rám je rozdělen na tři díly pro možnost pohybu po nekvalitním a často posouvaném svršku s ostrými zlomy ve vodorovném i svislém směru (v prostorech rypadel a zakladačů), jednotlivé díly se po vykolejeních lépe nakolejují [7].

Lokomotivy vynikají značnou robustností, pro dosažení vysokých tažných i brzdných sil se využívá nápravových hmotností 25 až 30 tun; konstrukce mechanické části je provedena tak, aby docházelo k co nejmenším změnám hmotností na nápravy. Pro provoz na tratích důlních drah jsou lokomotivy uzpůsobeny pro napájení nejen z hlavní, ale i z bočních trolejí. Lokomotivy jsou vybaveny řadou zvláštních a jinde nepoužívaných zařízení tažnou vidlicí (místo šroubovky) počínaje a tlakovzdušným výstražným zvoncem konče. Díly jsou vzájemně spojeny mohutnými spřáhly s kulovým uložením, pod nimiž jsou kloubové vyrovnávací spojky. Dva krajní díly jsou identické a zaměnitelné, střední díl má strojvůdcovskou budku se stanovišti (obr. 13). Každý dvounápravový díl má rámové provedení ze silných plechů, na střední příčce jsou balasty. K rámu je přivařena plechová plošina, k ní pak dále bočnice kapot strojojen, resp. u středního dílu současně bočnice budky. Pod každým čelem všech dílů jsou příčné traverzy, které zamezují propadnutí lokomotivy při vykolejení; na vnějších čelech krajních dílů jsou dvě silné konzoly, sloužící jako opěry zvedáků při vykolejení. Čela lokomotivních rámu mají otvory pro zasunutí čepů pro zvedání jeřábem. Do rámu jsou přišroubovány silné kluznice z ocelolitiny, určené pro vedení dvojkolí; v horních částech kluznic jsou mazací drážky, do nichž olej skapává z maznic. Na bocích rámu jsou vedle nápravových ložisek pískovače. Uspořádání lokomotiv bylo navrženo tak, aby vznikaly co nejmenší změny nápravových tlaků při působení tažných sil. Jednotlivé části lokomotivy jsou vzájemně spojeny spojovacími táhly; svislé síly se přenášejí kloubovými vyrovnávacími spojkami umístěnými pod táhly, které dovolují vzájemné natáčení (projetí oblouku o minimálním poloměru 90 m sníženou rychlostí 5 km/h) i naklápění jednotlivých dílů lokomotivy. Tlapově uložené trakční motory (jednou stranou spočívají na nápravě, druhou stranou jsou přes pryžové kroužky pružiny zavěšeny do rámu lokomotivy) jsou na krajních dílech orientovány ke středu lokomotivy, na středním díle naopak směrem k čelům. Střední díl je řešen jako stabilní, se samostatně odpruženými nápravami; u krajních dílů jsou použity vyrovnávací pružnice jako podélná vahadla – tyto díly jsou tedy labilní a jejich stabilitu zajišťují vyrovnávací kloubové spojky na středním dílu. Nosné i vyrovnávací pružnice s 11 listy mají délku 1 500 mm. Objímky nosných pružnic mají na spodní ploše kulové čepy, uložené na vrchní části ložiskových domků. Závěsy nosných pružnic středního dílu a krajní závěsy vnějších dílů mají na spodních částech spirálové pružiny, které eliminují malé nárazy. Ložiska hnacích dvojkolí jsou kluzná se samočinným mazáním. Kola jsou



obr. 13 důlní elektrická odklízová lokomotiva 27 E2

disková. Na každé nápravě jsou dvě ozubená kola se šikmým ozubením, protože pro nejvyšší tažné síly, resp. momenty, by již pohon přes jediné soukolí pevnostně nepostačoval. Do velkých kol zabírají pastorky trakčních motorů; celé soukolí je pak v plechovém svařovaném krytu s olejovou náplní. Nad mezidílovými spřáhly jsou kabely a hadice elektrických a pneumatických spojení. Na čelech lokomotivy je tažná tyč, která se zasouvá do vidlice a posléze je zajištěna mohutným čepem. Pro manipulaci s běžnými železničními vozy jsou na čelech klasické nárazníky a místo tyče atypické táhlové zařízení se šroubovkou. Přední čela kapot čelních (krajních) dílů jsou odnímatelná. V kapotách je za předním čelem hlavní a přístrojový vzduchojem, kompresorové soustrojí, nasávací skříň a ventilátor, dále rozjezdové odpory a hlavní kontrolér. Na středním dílu je pod kapotou (vpředu) hlavní elektromagnetický vypínač, nasávací skříň, ventilátor, pohon ruční brzdy a (vzadu) kontrolér s přístrojovou skříní a blok rozjezdových odporů. Strojvůdcovská budka s jednoduchými pevnými čelními okny se stěrači a ostřikovači má na každém boku vstupní dveře se spouštěcími okny; vzhledem k přítomnosti boční troleje je výhled z nich chráněn plechovými záštitami a ochrannou trubkou. V budce jsou na předním čele chladnička, skříňka s jističi, kolo ruční brzdy, skříňka s nářadím, skříňka topení, pulty s přístroji, kontrolér, pult brzdy a vzduchové výzbroje. Na zadním čele jsou pneumatické přístroje, skříň pro hasicí přístroj, vaříč (za skříňkami také elektricky blokováno víko pro průlez do stroje), pulty s přístroji a ovládací přístroje brzdy. Na stropě jsou páky uzemňovačů a odpojovačů.

Nad konci kapot prostředního dílu jsou nosníky, které nad střední kapotou tvoří dva mosty, na nichž je uprostřed hlavní sběrač a na krajích pak dva boční sběrače. Pod budkou je přístrojový vzduchojem, pomocný kompresor, brzdový rozvaděč a bateriová skříň. Lokomotiva má kromě EDB též tlakovou (samočinnou i lokomotivní) a ruční brzdu. Každý díl má vlastní brzdový válec, přes jednoduché tyčovní a pákové se brzdí síla přenáší na dvojdielné brzdové špalíky; kola jsou odbrzděna jednostranně. Ruční brzda (především zajišťovací) na středním dílu je obsluhovaná z budky, na krajních dílech jsou její kola na bocích hlavního rámu. Přímočinná (lokomotivní) brzda je ovládána brzdiči DAKO BP, samočinná (vlaková) brzda brzdičem DAKO BS 2 přes tři rozvaděče. Zdrojem tlakového vzduchu jsou dva tříválcové dvoustupňové stojaté kompresory, každý je namontován na vnějším dílu lokomotivy a je poháněn dvěma motory. Stlačený vzduch se přes brzdové potrubí využívá též pro vyklápění vozů a na lokomotivě je kromě obvyklých zařízení (oboustranné pískovače všech kol, sběrače, kontroléry, tlakovzdušné píšťaly a houkačky) přiveden i k tlakovzdušnému zvonu. Lokomotivy byly též vybaveny spojkami zvláštního průběžného potrubí, jehož prostřednictvím bylo na vozech možné měnit převod mezi brzdovými válci a zdržemi podle zatížení, tj. eliminovat nedobrzdní či přebzdní vlaku. Tlakového vzduchu se používá i k vyprazdňování soupravy. Energii lokomotiva odebírá dvěma hlavními sběrači nebo dvěma dvojicemi bočních sběračů s uhlíkovým obložení. Za odpojovači/uzemňovači jsou samostatné hlavní vypínače pro hlavní a pomocné obvody, jejichž obvody vybavují nadproudová relé trakčních motorů, diferenciální relé trakčních a pomocných obvodů a podpětové/přepětové relé trakčních motorů. Pohon je proveden šesti stejnosměrnými čtyřpólovými trakčními motory se sériovým buzením a cizí ventilací. Jejich napětí řídí tři hlavní kontroléry, které jsou ovládány nepřímo elektropneumaticky řídicím kontrolérem ze stanoviště. Kontroléry svými vačkovými spínači spínají litinové odporníky, do zapojení obvodů dále zasahují směrový přepínač (vpřed - 0 - vzad), přepínač jízda - brzda a přepínač normální jízda - pomalá jízda. Kontrolér má vždy 44 stupňů, z toho 24 pro sériové spojení dvou trakčních motorů a 20 pro spojení paralelní. V závislosti na spojení, resp. poloze dalších přístrojů, lze pak obdržet: 24 jízdních stupňů pomalé jízdy (jízda při plnění soupravy, nelze použít při vyřazení některého z dílů), kdy jsou všechny trakční motory spojeny v sérii, po dvou stupních přechodu následuje 24 jízdních stupňů na sérioparalelu, kdy ve třech paralelních skupinách jsou vždy dva motory v sérii, a 20 jízdních stupňů čistého paralelu. Změna směru jízdy se uskutečňuje přepojováním vinutí kotev trakčních motorů; buzení motorů nejsou šintována (zeslabována). Při EDB (kvůli zatížení se smí používat při rychlostech pod 50 km/h) jsou dva motory každého dílu zapojeny jako sériově buzená dynama v tzv. křížovém spojení, kdy je kotva motoru spojena v sérii s budícím vinutím druhého motoru, a připojeny k brzdovému odporníku. EDB vyřazuje odporník ve 24 stupních. Každá dvojice trakčních motorů je chlazena ventilátorem (motory celkem 3 x 13 kW), každý kompresor pohání dvojice motorů (celkem 2 x 2 x 13 kW). Topení strojuvčcovské budky zajišťují dvě větve topnic (celkem 4,8 kW). Zdrojem napětí 48 V jsou dvě dynama se společným regulátorem.

Kolejová doprava, která je v současné době největším přepravcem odpadu vznikajícího spalováním uhlí a zajišťuje tak svozem bezodpadovou technologii spalování se od samého počátku potýkala a stále potýká s problémy vznikajícími

samotnou dopravou aglomerátu a to především s přepravou z elektrárny Počerady.

Jeden z problémů, které muselo vedení závodu kolejové dopravy řešit, byla nadměrná hlučnost vozů LH, které mají na soukolí umístěné zvonící kroužky (obr. 14), které slouží jako signalizační zařízení při jízdě sunutých vlaků. Tyto zvonící



obr. 14 signalizační zvonící kroužek na nápravě vozu

kroužky vyvolávaly zvláště při nočním provozu značný hluk, a protože trasa z elektrárny vede již zmíněnými obcemi Líšnice a Polerady musely se zvonící kroužky odmontovat z vozů, vyjma vozu prvního a posledního, které jsou nutné pro zajištění bezpečnosti provozu, a tím se hlučnost vozů značně snížila.

Dalším velkým problémem byl aglomerát zalétávající do kapoty motorové lokomotivy, kdy docházelo k nasávání aglomerátu do motorů lokomotivy a k zadírání motorů. Tento problém byl zčásti vyřešen přidáním ochranného vozu (obr. 15) a zčásti přidáním zaklápěcí stříšky na kapotu lokomotivy (obr. 16). Přidáním ochranného vozu se zvětšila vzdálenost lokomotivy od zalétávajících částic a klapky na přídatné zaklápěcí stříšce jsou ovládány přímo z kabiny strojvedoucího, který při násypu nebo za podmínek, kdy dochází ke zvýšené prašnosti, klapky uzavře a zamezí tak nasávání drobných částic do motorů lokomotivy. Po zavedení těchto opatření již nedochází k zadírání motorů, jak tomu bylo v minulosti.



obr. 15 se žlutým pruhem ochranný vůz pod násypkami



obr. 16 ochranná stříška na kapotě motorové lokomotivy

Velkým problémem při přepravě aglomerátu bylo nalepování materiálu na dno a stěny vozu. Po každém výklopu bylo nutno provést vyčištění LH souprav. Čištění souprav bylo časově náročné, a aby byla zachována propustnost jednokolejné trati mezi hradly S8 a E1 (po které současně probíhala přeprava paliva do EPOČ)

musela být nasazena další elektrická lokomotiva se soupravou. Vyplastováním souprav materiálem „S“ natur (UHMW PE) se vyřešilo nejen nalepování materiálu na dno a stěny vozu, ale odpadlo tím i samotné čištění souprav, čímž došlo ke snížení převozu o jednu elektrickou lokomotivu a soupravu.

Největším problémem při svozu aglomerátu je prašnost materiálu. Ta vzniká především po vyprázdnění soupravy a zpětném transportu prázdných vozů, kdy zbylý materiál na stěnách a dně vozu vysychá a dochází tak k zvýšené prašnosti, která zvláště v obcích Líšnice a Polerady zhoršuje ekologické podmínky. Projekční úvahy vedoucí k odstranění prašnosti prázdných LH vozů zahrnují řešení buď mechanickým zakrytím vagónů, nebo zkrápění jejich nákladového prostoru.

Mechanické zakrytí je možné pomocí střešních dílů, které musí během jízdy být vždy zavřené (není je kam uložit s ohledem na průjezdný profil). Mají-li být zavřené i při přepravě loženého vozu, musí tvořit jakési víko nad přepravovaným materiálem, který převyšuje horní hranu „vany“ vagónu. Takový mechanismus pro vagóny LH je technicky téměř neřešitelný a vzhledem k tomu, že vagóny jsou vyklápěny na zatrolejovaných kolejích, je toto řešení prakticky nemožné.

Druhá možnost mechanického zakrytí ložného prostoru vagónu je pomocí plachty, která bude rozvinována pouze při jízdě prázdného vagónu. Mechanismus napínání a balení musí být mechanicky odolné, poháněné vzduchem a dostatečně rychlé. Dalším problémem tohoto řešení je utěsnění obou konců plachty s čely nákladového prostoru. Vzhledem k pochybnosti o trvanlivosti vlastní plachty i balicího mechanismu ani toto řešení není vhodné.

Řešení pomocí zkrápění nákladového prostoru vagónů vychází z předpokladu, že navlhčený materiál během jízdy v okolí obou vesnic bude vlhký a nebude nadměrně prášit. Navrhované řešení je ve vybudování skrápěcího rámu, které by bylo vybudováno u obce Líšnice. Vzhledem k tomu, že se jedná o výstavbu nové technologie, je nutné celou investici doplnit řešením nových přístupových komunikací, zpevněných ploch s venkovním osvětlením, vodohospodářským řešením, pomocnými stavebními objekty, napájením elektro, včetně řídicího systému a příslušných nových propojení nebo úprav či přeložek stávajících vedení a inženýrských sítí.

Jak jsem již popisoval, vozy pro přepravu granulátu jsou vyplastovány, aby nedocházelo k nálepům materiálu. Nálepy, tvořící se v současné době, jsou jen částičky zachycené na plastech vně vozu. Tyto částice při zpětné dopravě prázdných vozů od výklopu vysychají a způsobují tak, zvláště za příznivých klimatických podmínek, zvýšenou prašnost. Pokud dojde k oplachu nákladového prostoru vozu, částice se z plastu odstraní a prázdné vozy tak již nebudou prašné. Navrhuji tedy výstavbu kropicího rámu přímo v místě výklopu. Výklopy jsou prováděny na důlních výsypkách, kde jsou pramenní vývěry sváděny do již vybudovaných odvodňovacích příkopů, které jsou gravitačně sváděny do hlavní čerpací stanice DJŠ nacházející se v nejnižším místě dobývacího prostoru. Vybudováním kropicího rámu v tomto prostoru by se ušetřily nemalé investice, které by musely být vynaloženy při výstavbě nové technologie.

Prašnost ložených vozů je již vyřešena výrobcem (počáteční vlhkost materiálu je cca 19-21%) zkrápěním při nakládce.

I přes popsané problémy se kterými se kolejová doprava v minulosti potýkala a ještě v současné době potýká, je pro převoz tak velkého objemu vedlejšího energetického produktu momentálně tím nejlepším řešením jak z hlediska investiční náročnosti, tak ekologického.

3 MOŽNOSTI UKLÁDÁNÍ

Jedním z rizik uhelných lomů je ujíždění svahů, vznikajících po vyuhelnění na vnitřních výsypkách z odtěžené skrývky umožňující další dobývání. Po provedených analýzách Státní zkušebnou č. 242 VÚHU [8], a.s. Most, které byly zaměřeny na technickou úroveň a kvalitu technologického procesu výroby výrobku, báňsko-technologické koncepce řešení směsného zakládání, ovlivnění půdního edafonu, ekologickou zátěž pro zdraví člověka a jednotlivých složek životního prostředí a jejich kladném hodnocení, byl aglomerát schválen jako materiál sloužící ke zpevnění svahů a tím snížení rizika ujíždění svahů.

3.1 Ukládání na DJŠ

Z provedených analýz výsledků testování aglomerovaného popela a jeho směsi se zemínou vyplynulo, že oba materiály si zachovali své charakteristické vlastnosti. Aglomerát vykazuje trvalé granulometrické složení v kategorii písek – štěrk s geomechanicky a hydrogeologicky příznivými parametry a chemickou stálostí skladby materiálu. Laboratorní testování potvrdilo a prokázalo pozitivní vliv příměsi aglomerovaného popela z fluidního spalování v sypanině na zvýšení parametrů smykové pevnosti a vytvoření podmínek pro rozptyl pórových tlaků při geostatickém zatěžování výsypkových etáží, čímž slouží ke zpevňování svahů na vnitřní výsypce ve 2. a 3. etáži výsypky

Aglomerát – výrobek (A) je využíván ve 2. a 3. etáži vnitřní výsypky. Vyklápí se z vagónů do výsypných koryt zakladačů (obr. 17). Následně je do koryt u zakladačů vyklápěna skrývková zemina (Z) tak, aby byl zajištěn směsný poměr $A : Z = 1 : 2$. Homogenizace obou komponent je zajištěna kolesem příslušného zakladače a na přesypech pásové dopravy ve směru k zakládacímu výložníku [9]. Zakladač při dopravě zeminy vlakovými soupravami se skládá z nabíracího zařízení a zakládacího výložníku, které jsou umístěny na samostatných kolejových podvozcích a jsou spojeny spojovacím mostem. Nabírací zařízení nabírá materiál vyspaný z vozů LH a nakládá na pás vedoucí po zakládacím výložníku, který jej vysypává na výsypku. Na DJŠ jsou to zakladače Z 73 – ZD 2100 a Z 59 – ZD 1800. Technologicky zakládají technologií prstového zakládání. Zakladač zakládá při jízdě vpřed, ve směru výsypkové koleje, kterou je nutno neustále prodlužovat a vytváří před sebou zemní val dlouhý několik set metrů. Šíře valu v koruně je dána dosahem zakládacího výložníku a úhlu jeho otáčení. Šířka valu v patě závisí na šířce valu v koruně, výšce zakládaného stupně a syném úhlu. Po ukončení zakládání jednoho prstu se zakladač vrací k otočnému bodu výsypky, zkracují se příjezdové koleje a naspané koryto lichoběžníkového průřezu za sebou výškově zakládá. Z příjezdové koleje u otočného bodu se připraví nová odbočka a začne se se zakládáním nového prstu, který se přisypává na bok předcházejícího prstu, souběžně s jeho podélnou osou [10].

Pro zakládání je vypracován „**Typový technologický postup**“, respektující ustanovení vyhlášky ČBÚ č. 26/1989 Sb., § 42 a § 43. Typový technologický postup, se kterým byli průkazně seznámeni všichni zainteresovaní provozní pracovníci DJŠ, vychází z doporučení odborného posudku „Geomechanické posouzení vnitřní výsyvky DJŠ pro variantní skladby výsypných zemin po roce 2000“ (VÚHU, a.s. Most).



obr. 17 výsyp aglomerátu do koryta Z 73 – ZD 2100 na DJŠ při nočním provozu

Báňsko-technologická koncepce řešení společného, směsného, zakládání výrobku aglomerátu s výsypkovými zeminami do vnitřní výsyvky DJŠ plně respektuje ustanovení vyhlášek Českého báňského úřadu č. 26/1989 Sb. a č. 8/1994 Sb. o bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu.

3.2 Další možné využití

Aglomerát je vhodný všude, kde je nutné dosáhnout poměrně vysoké stabilizace (pevnosti) podloží. Proto je na lomech využíván i k přímé výstavbě obslužných komunikací a roznášecích vrstev kolejových loží.

Na základě testování a vyhodnocování provedeným VÚHU a.s., byl zpracován technologický předpis pro výstavbu obslužných komunikací a roznášecích vrstev kolejových loží na lomech [11].

Zásady postupu výstavby:

- příprava podložky - urovnání a zhutnění pláň
- rozhrnutí aglomerátu buldozerem do vrstvy o mocnosti cca 0,30 m, dílčí zhutnění housenicemi při 6 pojezdech, závěrečné urovnání povrchu pojezdem buldozeru se zpětnou radlicí
- hutnění hladkým válcem – min. 4 pojezdy každého místa s vibracemi a závěr 2 – 4 pojezdy bez vibrací
- hydratace zhutněné vrstvy vodou z cisterny, podle klimatických podmínek až 8 m³ vody na cca 45 m obslužné komunikace šířky 4,5 m
- zajištění časové prodlevy pro vyžrání úseku obslužné komunikace 3 – 5 dnů
- po 3 – 5 dnech kontrola úseku pověřeným odborným pracovníkem, oprávněným k rozhodnutí o uvedení úseku komunikace do aktivního provozu resp. k přetažení kolejového roštu na vyžralou roznášecí vrstvu a jeho prosypání aglomerátem

Variantní výstavba dvouvrstvé obslužné komunikace

- po ukončení hydratace první zhutněné vrstvy bezprostředně opakovat postup výstavby pro druhou (svrchní) vrstvu v chronologii: rozhrnutí aglomerátu, předhutnění, hydratace vodou, časová prodleva a kontrola vyžrání

Variantní výstavba roznášecích vrstev kolejových loží

- rozhrnování buldozerem do vrstvy o mocnosti cca 0,30 m lze nahradit skrejprem
- ostatní zásady zůstávají zachovány

Výstavbu lze realizovat s podmínkou, že noční teploty neklesnou pod 10°C po dobu realizace výstavby a zrání budovaného úseku.

3.3 Ostatní využití

Jak využít VEP názorně představuje česko-německá firma Knauf – Počerady, s.r.o. Tento podnik vyrostl v těsném sousedství elektrárny a výstupní produkt odsiřovacího procesu upravuje kalcinací na sádro, ze které vyrábí sádrokartonové desky.

VEP začíná být významnou složkou ve stavebnictví. Ve stavební výrobě se popílek zpracovává v několika technologiích, které se dělí do dvou základních skupin. Do první skupiny patří výroba betonů a malt s přídavkem popílku. Zde dosáhneme především úspory pojiv (cementu, vápna). Do druhé skupiny patří zpracování popílků a popelů do zemních prací. Jedná se především o budování hutněných násypů, zásypů a obsypů z optimálně vlhčených popílků (popílek zvlhčený na takovou vlhkost, která umožňuje při dokonalém hutnění dosažení maximální objemové hmotnosti zhutněné popílkové vrstvy), dále pak o stabilizované vrstvy pro podklady vozovek a stabilizaci základových půd. Zde dosáhneme úspory přírodního kameniva, které je nahrazeno popílkem nebo popelem. Zároveň můžeme při použití popílku dosáhnout i úspory pojiv. K posouzení, zda je popílek vhodný pro stavební účely jsou nutné některé chemické a technologické zkoušky (stanovení vlhkosti, stanovení ztráty žháním, chemický rozbor, stanovení jemnosti, stanovení objemové stálosti....). Pro použití popílku ve stavebnictví jsou dány normy.

Popílek má schopnost aktivně spolupůsobit s cementem nebo vápnem. Cement nebo vápno tedy můžeme popílkem částečně nahradit. Výsledkem je

značná úspora spotřeby cementu (částečně i kameniva) zvyšování pevnosti v tlaku u betonu, zlepšuje se zpracovatelnost betonové směsi a zvyšuje se odolnost betonu proti účinkům agresivních vod, zejména síranových. Dávka popílku 50kg znamená úsporu 20kg cementu na 1m³ vyrobeného betonu. Popílek se přidává v předem vyzkoušeném množství. Za optimální poměr mísení se považuje ten, při němž je součet pevnosti v tlaku po 28 a 90 dnech největší. Popílek se používá zejména pro betony nižších značek, většinou do 250 B. Zvláště vhodné je využití

popílku při výrobě čerpaných betonů, tedy při velmi měkké a tekuté konzistenci. Popílkové betony jsou vhodné pro výstavbu masivních konstrukcí (základové, podzemní, opěrné stěny, přehradní hráze apod.). Beton s přídavkem popílku má nižší objemovou hmotnost, popílek snižuje spotřebu vody, snižuje koeficient roztažnosti betonu a zmenšuje množství uvolněného tepla. Přídavek popílku v kombinaci s plastifikačními přísadami zvyšuje vodotěsnost betonu. Popílkou lze výhodně použít při provádění litých podlah. Lité betonové potěry, zvané též samonivelizační podlahové vrstvy, jsou technologií, která snižuje pracnost provádění podlah, ale její nevýhodou je vysoká spotřeba cementu. Při použití popílku jako přídavku do betonu lze snížit potřebné dávky cementu až o 50kg na 1m³ [12].

Při výrobě malt je úspora pojiva i kameniva výraznější, než při výrobě popílkových betonů. Popílek se používá především pro výrobu malt pro zdění a hrubé vrstvy omítek. Kvalita malt, zvláště jejich spojení s vlastním stavebním materiálem, je lepší. Popílek snižuje pronikavost pro vodu.

Velice perspektivní je výroba autoklávovaných pórobetonů. Pórobeton se stal jedním z nejvýznamnějších stavebních materiálů na trhu proto, že se jeho výrobu podařilo zmechanizovat a že se při výrobě používá elektrárenský popílek. Výroba je založena na chemické reakci mezi kyselými složkami (plnivo) a zásaditými složkami (pojivo). Ve světě se jako plnivo nejčastěji používá jemný křemičitý písek, který se většinou musí domílat, protože jeho jemnost není dostatečná. U nás se jako plnivo používají kyselé popílků z hnědého uhlí. Nejčastějším výrobkem z autoklávovaných pórobetonů jsou tvárnice, izolační desky, překlady apod.

Existuje hodně dalších možností využití popílku a hodně firem, které se využíváním popílku zabývají. Například ostravská firma Gemec řeší technologické propojení elektráren a hlubinných dolů. Prosazuje vyplňování vytěžených prostor nízkostlačitelným odpadem vyrobeným z odpadních hlušin a elektrárenského popílku. Tím šetří plochy země zavážené haldami a předchází velkým poklesům půdy vlivem poddolování. Pro popílkový substrát se jezdí ze šachet cisternami, aby se předešlo zhoršování ovzduší.

4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické zhodnocení přepravy

Při bezodpadové technologii spalování, kterou jsou elektrárny a teplárny vybaveny, je největším problémem současnosti svoz vedlejšího energetického odpadu. Při popsáních způsobech přepravy je svoz automobilovou dopravou ekonomicky nejnáročnější. Tento způsob dopravy byl zvolen od 1. 1. 2010 teplárnou United energy v Komořanech u Mostu. Po tříměsíčním zkušebním provozu se projevila ekonomická náročnost automobilové přepravy a teplárna opět vstoupila do jednání s Czech coal services o svozu odpadu kolejovou dopravou.

Samotná přeprava navrhovaným trubkovým pasovým dopravníkem by byla zřejmě s popsáních způsobů přepravy ekonomicky nejméně náročná, avšak finanční prostředky potřebné na vybudování tohoto dopravníku, který by byl podle studie vybudován nad stávající kolejovou vlečkou, jsou pro zainteresované společnosti přímo astronomické.

Svoz zajišťovaný v současné době kolejovou dopravou je, oproti předešlým popsáním způsobům přepravy, ekonomicky nejméně náročný. Je prováděn po již vybudované kolejové vlečce, která navazuje na důlní kolejovou dopravu. Tím odpadá budování nového kolejového svršku a s tím spojené náklady na výstavbu nové trasy. Také spotřeba pohonných hmot u motorových lokomotiv a elektrické energie u elektrických lokomotiv je při množství přepraveného materiálu oproti automobilové přepravě neporovnatelně nižší.

Ekonomické zhodnocení návrhu umístění skrápěcího rámu na výsypce:

Náklady na výstavbu nové technologie skrápěcího rámu:

Technologie skrápěcího zařízení

Skrápěcí rampa, nádrž s vakem, čerpadlo, filtrační zařízení.

Autonomní řídicí systém s meteorologické stanice ULTIMETR

Dodávka a montáž 540 000,- Kč

Stavební část

Základy pro skrápěcí rám - 2×1.0 m³

Opevněný příkop – 160 m zakončený vpustí

Dvoukomorová sedimentační jímka

Zemní práce

Stavební část celkem 1 176 000,- Kč

Nosný rám pro skrápěcí rampu 65 000,- Kč

Vodohospodářské řešení

Přípojka užitkové vody PE – 63 – 490 m

Potrubní propojení do sedimentační nádrže DN 300

Vodohospodářské řešení celkem 1 780 000,- Kč

Elektro část

Přípojka a světlení – 240 m

Identifikační zařízení

Elektro část celkem	325 000,- Kč
Dopravní řešení 150 m komunikace š. 3 m	855 000,- Kč
Kolejové řešení Úprava příchytkové troleje	50 000,- Kč
Projekční práce, zaškolení pracovníků, uvedení do provozu (včetně zkoušek a revizí), zkušební provoz, dokumentace atd.	1 400 000,- Kč
Celková náklady na vybudování skrápěcího rámu u obce Líšnice	6 191 000,- Kč

Náklady při uplatnění návrhu vybudování skrápěcího rámu na výsypce dolu Jan Šverma:

Technologie skrápěcího rámu	540 000,- Kč
Stavební část	170 000,- Kč
Nosný rám	65 000,- Kč
Vodohospodářské řešení	380 000,- Kč
Elektro část	325 000,- Kč
Úprava příchytkové troleje	50 000,- Kč
Projekční práce	350 000,- Kč
Celkové náklady na vybudování skrápěcího rámu na výsypce	1 880 000,-Kč

Náklady na vybudování skrápěcího rámu u obce Líšnice.....	6 191 000,-Kč
<u>Náklady na vybudování skrápěcího rámu na výsypce.....</u>	<u>1 880 000,-Kč</u>
Celková úspora nákladů.....	4 311 000,-Kč

Při uplatnění návrhu vybudování skrápěcího rámu na výsypce dolu Jan Šverma odpadají náklady na vybudování sedimentační jímky, opevněného příkopu, náklady na vybudování komunikace a sníží se i náklady na vodohospodářské řešení. Rozdíl mezi vybudováním skrápěcího rámu u obce Líšnice, kde je zapotřebí zcela nové technologie a vybudováním skrápěcího rámu na výsypce, dle předešlých výpočtů, je 4 311 000,- Kč.

ZÁVĚR

Společenské tlaky na zkvalitňování životního prostředí se stále zvyšují. Přechodem na velmi kvalitní a moderní způsob fluidního spalování hnědého uhlí v našich elektrárnách a teplárnách, kdy je poléťavý popílek, který působil v ovzduší značné škody, zachytáván v odlučovačích a na míchacích zařízeních je produkován aglomerát, je dalším problémem moderní doby jeho uložení. Vzhledem ke stále se zpřísňujícím podmínkám pro provozování skládek, je třeba se zaměřovat na další možné využití tohoto produktu a s tím související jeho svoz.

Cílem mé bakalářské práce je vytvořit ucelený celek možnosti svozu vedlejšího energetického produktu. Vybrat optimální přepravu, která je v současnosti při stále se zvyšující produkci a vzhledem k problematice ukládání, nejekonomičtější a nejšetrnější k životnímu prostředí. U navrhovaného způsobu svozu řešit problémy, které při této přepravě vznikají.

V bakalářské práci popisují podrobně vznik popílku a jeho škodlivost na životní prostředí. Zachytávání částic vnikajících do ovzduší a jejich zpracování moderní metodou v mísičích, ve kterých vzniká aglomerát vhodný k dalšímu využití jak ve stavebnictví, tak především na vnitřní výsypce lomu Jan Šverma, kde při směsném zakládání se zeminou zvyšuje parametry smykové pevnosti a vytváří podmínky pro rozptyl pórových tlaků při geostatickém zatěžování. Těmito vlastnostmi pozitivně ovlivňuje zpevnování svahů výsypkových etáží a snižuje rizika ujíždění svahů související s hornickou činností.

LITERATURA

- 1 Štípek, Č.: Zpráva o výsledku posouzení systému výroby u výrobce č. 010 – 014261, 2004
- 2 Mann, J.: Návrh výrobního předpisu jakosti a technických podmínek aglomerovaného popela, č. HS 325/94, 1994
- 3 Mann, J.: Technický předpis kontroly jakosti výrobku a technologických podmínek výroby, č. 121/97, 1997
- 4 Mikulka, J.: Prohlášení o shodě, Granulát aditivovaný – do výsypek povrchových dolů, č. 12/01/04, Počerady 2004
- 5 Šťastný, M.: Certifikát, Granulát aditivovaný do výsypek povrchových dolů, č. 010-014263, Praha 2004
- 6 Tyc, P. a kol.: Železniční stavby, projektování železničních tratí, železniční spodek a svršek, DH – Přes, Bratislava 1993
- 7 Janoušek, F.: Funkční popis, elektrické odklízové lokomotivy 27 E2
- 8 Mann, J. a kol.: Báňsko technologické využití výrobku, Granulát do výsypek povrchových dolů, č. zprávy 123/97, 1997
- 9 Milič, J.: Ovlivnění kvality důlní vody ve vztahu k zakládanému elektrárenskému aglomerátu na lomu JŠ, č. zprávy 45/94, 1994
- 10 Kryl, V., Jiskra, J. a kol.: Technologie lomového dobývání uhelných ložisek, 2005
- 11 Vágnerová, M.: Technologický předpis, Ev. č. TP-OTP-01/99, přímé výstavby obslužných komunikací a roznášecích vrstev kolejových loží z granulátu do výsypek povrchových dolů v báňských provozech, 1999
- 12 <http://www.sevi.wz.cz/PUP/popílek.pdf>
- 13 <http://www.vups.cz>
- 14 <http://www.simopt.cz/energyweb/web/index.pdf>
- 15 <http://www.odpady.ihned.cz>
- 16 <http://www.chlup.eu>
- 17 <http://www.kesner.cz>
- 18 <http://www.vlaky.net>
- 19 <http://parostroj.net>